



Anton Haberkern

Maschinenelemente für **dummies**[®]

Fachkorrektur von Volker Hirsch

WILEY

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	7
Über den Fachkorrektor	7
Einleitung	19
Über dieses Buch	19
Konventionen in diesem Buch	19
Was Sie nicht lesen müssen	20
Törichte Annahmen über die Leser	20
Wie dieses Buch aufgebaut ist	20
Teil I – Was Maschinenelemente können	20
Teil II – Maschinenelemente zum Verbinden	20
Teil III – Maschinenelemente zum Abstützen von Bewegungen	21
Teil IV – Maschinenelemente zum Umwandeln von Bewegungsformen	21
Teil V – Der Top-Ten-Teil	21
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	21
Jetzt geht es los	22
TEIL I	
WAS MASCHINENELEMENTE KÖNNEN	23
Kapitel 1	
Maschinen und Maschinenelemente	25
Die kleinsten Teilchen im Maschinenbau	25
Das ist ja alles so schön gleich hier	28
Kapitel 2	
Aufgabenteilung macht stark: Die funktionale Sichtweise ..	31
Der Funktionsbegriff	31
Die klassischen Maschinenelemente	33
Die Gestaltung technischer Systeme mithilfe von Funktionen	33
1. Betrachtungsebene	33
2. Betrachtungsebene	34
3. / 4. ... / X. Betrachtungsebene	35
Eine funktionsorientierte Ordnungsstruktur der Maschinenelemente	36

TEIL II	
MASCHINENELEMENTE ZUM VERBINDEN	39
Kapitel 3	
Arten von Verbindungen – ein erster Überblick	41
Warum die Einheiten von Maschinen oft nicht aus einem Teil bestehen	42
Alles verbindet, aber wie? Verbindungsarten	43
Starr oder nur als starr getarnt?	45
Klassifizierung von Verbindungen	45
Kapitel 4	
Reibschlüssige Verbindungen	47
Schraubenverbindungen	47
Der Einfluss des Steigungswinkels	48
Der Einfluss des Flankenwinkels	50
Gewindeprofile	51
Grundgleichungen eines Schraubengewindes	52
Hält die das aus? Belastung und Beanspruchung von Schraubenverbindungen	54
Fazit zur Berechnung von Schraubenverbindungen	61
Festigkeitsklassen für Befestigungsschrauben	61
Grobdimensionierung von Schraubenverbindungen	63
Pressverbindungen	65
Funktionsprinzip einer Pressverbindung	65
Montage einer Pressverbindung	66
Arten von Pressverbindungen	67
Dimensionierung einer Pressverbindung	68
Stärken und Schwächen von Pressverbindungen	69
Kapitel 5	
Formschlüssige Verbindungen	71
Stiftverbindungen	72
Formen von Stiften	72
Ausführungen von Stiftverbindungen	74
Berechnung von Stiftverbindungen	74
Nut-Feder-Verbindungen	79
Allgemeine Nut-Feder-Verbindung mit Nutenstein	79
Nut-Feder-Verbindungen zwischen Welle und Nabe	80
Berechnung von Nut-Feder-Verbindungen	80
Profilverbindungen	81
Nietverbindungen	83
Anwendungsbereiche für Nietverbindungen	83
Kalt- und Warmnieten	84
Kapitel 6	
Stoffschlüssige Verbindungen	85
Schweißverbindungen	87

Einteilung der Schweißverfahren	88
Schmelzschweißverfahren für Metalle	89
Pressschweißverfahren für Metalle.	91
Pressschweißverfahren für Kunststoffe	93
Schweißnahtformen	94
Festigkeitsberechnung von Schweißverbindungen	94
Lötverbindungen	96
Lote	97
Flussmittel	98
Klebeverbindungen	98

Kapitel 7

Elastische Verbindungen: Federn	101
Federkennlinie	102
Federarbeit	103
Zusammengesetzte Systeme aus mehreren Federn	105
Fall a: Parallelschaltung von Federn	105
Fall b: Reihenschaltung von Federn.	106
Fall c: Mischschaltung von Federn	106
Schwingungsverhalten	107
Bauarten von Federn	108
Metallfedern für geradlinige Bewegungen.	110
Nichtmetallfedern für geradlinige Bewegungen	113
Metallfedern für Drehbewegungen.	113
Nichtmetallfedern für Drehbewegungen	114

TEIL III

MASCHINENELEMENTE ZUM ABSTÜTZEN VON BEWEGUNGEN	115
---	------------

Kapitel 8

Arten von Lagern und Führungen – ein Überblick	117
Gelagert oder geführt – Unterscheidung nach der Bewegungsform.	118
Anforderungen an Lager und Führungen in Maschinen	121
Einteilung von Lagern und Führungen nach der Kontaktart.	121

Kapitel 9

Gleitlager und Gleitführungen	123
Hydrodynamische Lager und Führungen	123
Das Funktionsprinzip Hydrodynamik	123
Das Stribeck-Diagramm	125
Der rotierende hydrodynamische Kontakt: Lager.	126
Der lineare hydrodynamische Kontakt: Führung	127
Anwendungsbeispiele Hydrodynamik	127
Werkstoffe für hydrodynamische Gleitkontakte	130
Tragfähigkeitsberechnung von hydrodynamischen Gleitkontakten	132
Hydrostatische Lager und Führungen	133
Das Funktionsprinzip Hydrostatik	133

Druckverlauf an einer Hydrostatik-Tasche	135
Druckversorgung bei mehreren Hydrostatik-Taschen	137
Anwendungsbeispiele für hydrostatische Kontakte	138
Aerostatische Lager und Führungen	140
Das Funktionsprinzip Aerostatik	140
Vergleich aerodynamischer/aerostatischer Kontakt.	141
Bereitstellung der Druckluft.	141
Gestaltung aerostatischer Lager und Führungen	142
Anwendungen der Aerostatik.	143
Feststoffgeschmierte Lager und Führungen	144
Elektromagnetische Lager und Führungen	145
Das Funktionsprinzip der elektromagnetischen Abstützung.	145
Magnetkräfte	145
Abstandsregelung	146
Adaptierbare Steifigkeit und Dämpfung.	146
Anwendungsbeispiele für elektromagnetische Lager und Führungen.	148

Kapitel 10

Wälzlager und Wälzführungen 149

Mögliche Bewegungsformen zwischen zwei Körpern	149
Gleiten	150
Rollen	150
Wälzen	150
Bohren	151
Die geometrischen Formen von Wälzkörpern.	151
Herstellkosten verschiedener Wälzkörper-Geometrien.	152
Das Berechnungsmodell Hertz'scher Kontakt.	152
Die Schmiegun g	153
Bauarten von Wälzlagern	153
Viel hilft viel: Anordnung von mehreren Wälzlagern	154
Fest-Los-Lagerung	154
Schwimmende Lagerung.	157
Angestellte Lagerung.	158
Bauarten von Wälzführungen	159
Ohne interne Vorspannung	159
Mit interner Vorspannung	160
Ohne Wälzkörperrückführung.	160
Mit Wälzkörperrückführung.	161
Profilschienen-Wälzführungen	162
Die Lebensdauer von Wälzkontakten berechnen.	163
Die Lebensdauergleichung für Wälzlager.	164
Berücksichtigung veränderlicher Drehzahlen und Belastungen	168
Die modifizierte Lebensdauergleichung für Wälzlager.	169
Die Lebensdauergleichung für Wälzführungen.	170
Zulässige Belastung von Wälzlagern im Stillstand	172
Nur nicht nachgeben: Die Steifigkeit von Wälzkontakten	173

Werkstoffe für Wälzlager und Wälzführungen	174
Stahl	175
Keramik	176

Kapitel 11
Reibung, Schmierung und Verschleiß **177**

Das läuft ja wie geschmiert: Schmierstoffe	178
Schmieröle	178
Schmierfette	181
Festschmierstoffe	182
Das Funktionsprinzip von Festschmierstoffen	184
Zäh und schleimig: Die Viskosität	186
Viskosimeter	187
Viskositätsänderung mit der Temperatur	188
Unbeliebt, aber unvermeidbar: Der Verschleiß	190
Die Verschleißmechanismen	190
Maßnahmen zur Verschleißreduktion	194
Verschleißerkennung aus der Bauteiloberfläche	194

Kapitel 12
Noch ganz dicht? Maschinenelemente zum Abdichten **197**

Was Dichtungen können	197
Hermetisch dicht oder technisch dicht	198
Arten von Dichtungen	198
Statische berührende Dichtungen	199
Statische berührungslose Dichtungen	201
Dynamische berührende Dichtungen	201
Dynamische berührungslose Dichtungen	204

TEIL IV
MASCHINENELEMENTE ZUM UMWANDELN VON
BEWEGUNGSFORMEN **207**

Kapitel 13
Arten von Getrieben im Überblick **209**

Wo Getriebe gebraucht werden	210
Klassifizierung von Getrieben	211

Kapitel 14
Rädergetriebe **217**

Zahnradgetriebe: Formschlüssige Räder	219
Bauformen von Zahnrädern	219
Richtung der Verzahnung	222
Profilform der Zähne	224
Kenngrößen von Stirnradgetrieben mit parallelen Achsen	225

Reibradgetriebe	236
Reibradgetriebe mit konstanter Übersetzung	236
Reibradgetriebe mit stufenlos veränderlicher Übersetzung	236

Kapitel 15

Zugmittelgetriebe	239
Auswahl des Zugmittels	240
Formschlüssige Zugmittelgetriebe	242
Kettengetriebe	242
Zahnriemengetriebe	244
Reibschlüssige Zugmittelgetriebe	246
Flachriemengetriebe	246
Keilriemengetriebe	248

Kapitel 16

Hubgetriebe	251
Spindel-Hubgetriebe	252
Gleitgewindetrieb	253
Kugelgewindetrieb	254
Hydrostatischer Gewindetrieb	255
Zahnstangen-Hubgetriebe	256
Zugmittel-Hubgetriebe	258
Schubketten-Hubgetriebe	259

Kapitel 17

Kupplungen und Bremsen	261
Einteilung von Kupplungen	261
Nichtschaltbare starre Kupplungen	264
Nichtschaltbare nachgiebige Kupplungen	265
Schaltbare fremdbetätigte Kupplungen	266
Schaltbare momentbetätigte Kupplungen	267
Schaltbare drehzahlbetätigte Kupplungen	268
Schaltbare richtungsbetätigte Kupplungen	269
Bremsen	270

TEIL V

DER TOP-TEN-TEIL	271
-----------------------------------	------------

Kapitel 18

Zehn interessante Daten zur wirtschaftlichen Bedeutung des Maschinenbaus	273
Die größten Industriezweige	273
Bilanz des deutschen Maschinenaußenhandels	274
Deutsche Maschinenexporte nach Regionen	274
Deutsche Maschinenexporte nach einzelnen Abnehmerländern	275
Deutsche Maschinenimporte nach Regionen	275
Deutsche Maschinenimporte nach einzelnen Lieferländern	276

Deutscher Maschinenaußenhandel nach Fachzweigen.....	276
Welthandelsanteile	277
Maschinenexporteure nach Maschinengruppen	277
Weltproduktion von Werkzeugmaschinen.....	278
Lösungen der Übungsaufgaben.....	279
Stichwortverzeichnis	287